

ORGANISME
NATIONAL DE
SÉCURITÉ
ROUTIÈRE

CONDUITE
EN
SITUATION
MONOTONE

*Bulletin n° 8
Mai 1964*

CDAT
15062

ÉTUDE DU COMPORTEMENT DES CONDUCTEURS D'AUTOMOBILES : CONDUITE EN SITUATION MONOTONE

G. MICHAUT et M. POTTIER

Ce compte rendu d'expériences fait suite à un article publié dans ces mêmes cahiers (Bulletin n° 4, septembre 1962).

RÉSUMÉ

Cette étude présente les premiers résultats expérimentaux obtenus à l'aide du véhicule-laboratoire ONSER.

Elle a pour objet, d'une part la mise au point de notre méthode et le contrôle des variables enregistrées et, d'autre part l'obtention de données de base indispensables aux études ultérieures sur route.

On a donc choisi une situation de conduite simplifiée, ne présentant pas les variations trouvées sur route.

Onze sujets ont été utilisés. Ils ont conduit pendant trois heures sur un circuit fermé. On a enregistré :

- les fréquences cardiaque et respiratoire du conducteur.
- les mouvements du volant, de la pédale d'accélérateur.
- la vitesse du véhicule, les kilomètres parcourus et le temps.
- les réponses à une tâche de détection auditive.
- la pression artérielle et le seuil de fusion du scintillement lumineux avant et après la conduite.

Les mesures enregistrées pendant la conduite font apparaître une diminution du niveau d'activité avec le temps. Ces variations sont interprétées en termes de niveau d'excitation du sujet.

INTRODUCTION

Dans l'article précédent, nous avons décrit l'équipement d'un véhicule grâce auquel il était possible d'étudier le comportement du conducteur en situation réelle.

La technique et les méthodes utilisées ont été déterminées à la suite d'une étude critique des travaux déjà réalisés dans ce domaine.

On peut distinguer cinq catégories de recherches :

1. Les plus anciennes utilisent différents tests appliqués avant et après l'épreuve de conduite (Ryan et Warner 1936; B. Lahy, 1937; Jones, Klinn et Hammond, 1941; Lauer et Coll., 1958).

Les résultats obtenus par ces auteurs sont variables et ne renseignent que sur un état final sans mettre en évidence un rapport certain entre les aptitudes mesurées et la capacité à conduire.

2. Dans un autre esprit, l'emploi de simulateurs s'est montré utile dans des conditions extrêmes de conduite : influence de l'alcool (Drew et Coll., 1958) et privation de sommeil (Mac Farland, 1954).

En conditions normales, Lauer et Coll. (1959), Tarrants (1960) obtiennent des résultats non concordants qui posent le problème de la validité des mesures en dehors de la conduite réelle.

3. L'observation directe du conducteur (Mac Farland et Moseley, 1954 et Greenshields, 1961-1962), fournit des données intéressantes mais modifie certainement l'attitude du sujet étudié.

A l'aide de techniques plus élaborées permettant de plus des relevés objectifs (Forbes et Coll., 1960) enrichissent les données des auteurs précédents.

4. Avec des méthodes différentes, Lewis (1956), Cohen et Coll. (1958), Brown et Poulton (1961),

Crawford (1963), étudient chacun un aspect de la conduite sur des sujets placés en situation contrôlée.

5. Enfin, l'utilisation de paramètres bio-électriques, relevés dans certaines conditions de conduite a été développée récemment, en particulier par Hulbert (1957), Michaels (1960), Kondo (1961), Hoffman (1961), Cleveland et Franklin (1961), Preuschen (1962).

Au terme de cette revue de littérature il nous a semblé nécessaire pour étudier les modifications réactionnelles du conducteur d'élargir le champ des investigations déjà entreprises.

C'est pourquoi, nous nous sommes fixés de répondre aux exigences suivantes :

— Respecter les conditions normales de conduite, en excluant particulièrement la nécessité d'un observateur.

— Procéder à des expériences de longue durée.

— Obtenir des enregistrements continus des différents paramètres.

— Faire une étude synthétique en relevant simultanément les variations de facteurs psycho-physiologiques et comportementaux.

La première recherche que nous présentons a été réalisée dans un double but :

— Mettre au point et contrôler la valeur de notre méthode.

— Nous fournir une base d'appréciation pour les études ultérieures sur route.

Les essais réalisés sur route ont en effet montré que les variables intervenant étaient très nombreuses et certaines peu ou pas contrôlables. Il est donc nécessaire de posséder des paramètres dont la signification et la sensibilité soient connus avant de procéder à une expérimentation « grandeur réelle ».

La situation expérimentale rapportée ici peut être qualifiée d'intermédiaire entre le laboratoire et la situation réelle, quoique plus proche de cette dernière. Enfin cette situation « monotone » a permis d'étudier la possibilité d'emploi dans ces conditions d'une épreuve de type « test de vigilance classique ».

II. - CONDITIONS EXPÉRIMENTALES

Les sujets conduisent pendant trois heures, sans s'arrêter, à vitesse constante de 100 km/h sur un circuit elliptique de 2,54 km.

Les sujets.

Ce sont onze militaires du contingent dont l'âge moyen est de 21 ans. Pour diverses raisons dont certaines perturbations inattendues du trafic sur le circuit on ne les retrouve pas tous dans certains résultats.

Leur expérience de la conduite est variable :

3	sujets	ont fait moins de	10 000 km
5	— — —	de 10 à	50 000 km
3	— — —	plus de	100 000 km

Le circuit de vitesse.

Il s'agit d'une piste elliptique symétrique comportant deux lignes droites, et deux virages très relevés. Sa longueur est de 2,54 km.

Pendant l'expérimentation ce circuit était utilisé par d'autres conducteurs. Pendant les 2 premières heures de conduite on relève de 9 à 13 véhicules roulant à des allures diverses : de 60 à 180 km/h. Leur nombre tend à devenir nul en dernière heure.

Tous les véhicules tournent dans le même sens et se dépassent sans difficulté. Les entrées et sorties sont réglementées strictement de façon à ne pas gêner ceux qui roulent.

Heures d'expérience.

Pour tous les sujets sauf un, l'expérience s'est déroulée dans l'après-midi de 14 à 17 heures.

Chronologie des séances expérimentales.

13 h 00-13 h 30 - Prise en main du véhicule.

13 h 30-14 h 00 - Repos et tests au laboratoire.

14 h 00-14 h 15 - Aller au circuit et tours d'essais avec l'expérimentateur à bord. Démonstration du signal à détecter.

14 h 15-17 h 15 - Le sujet conduit, seul à bord.

17 h 20-17 h 45 - Mesures au Laboratoire et repos.

18 h 00-18 h 45 - Repas.

18 h 45-19 h 00 - Mesures au Laboratoire.

Variables relevées.

A. - Au laboratoire.

a) *Fréquence critique de fusion du scintillement.*

Technique : Le sujet regarde dans un tube de 60 cm de longueur une plage circulaire de 1 cm² illuminée à travers un diffuseur par un stroboscope de la Général Radio Cy type 1531 A.

Une lampe éclaire le fond du tube et donne un très faible contraste entre la plage et le fond. De plus elle crée une ambiance lumineuse identique pour tous les sujets. Cette technique est inspirée de celle utilisée par P. Rey (1963).

b) *Pression artérielle.*

Elle est relevée après repos, le sujet étant allongé, à l'aide d'un sphygmomanomètre classique.

c) *Fréquence cardiaque de repos.*

Relevée manuellement le sujet étant allongé, après 15 minutes de repos.

B. - Pendant la conduite (figure 1).

— Fréquences cardiaque et respiratoire du sujet.

— Mouvements du volant.

— Vitesse du véhicule.

— Mouvements de l'accélérateur.

— Emploi des indicateurs de direction.

— Détection de signaux auditifs.

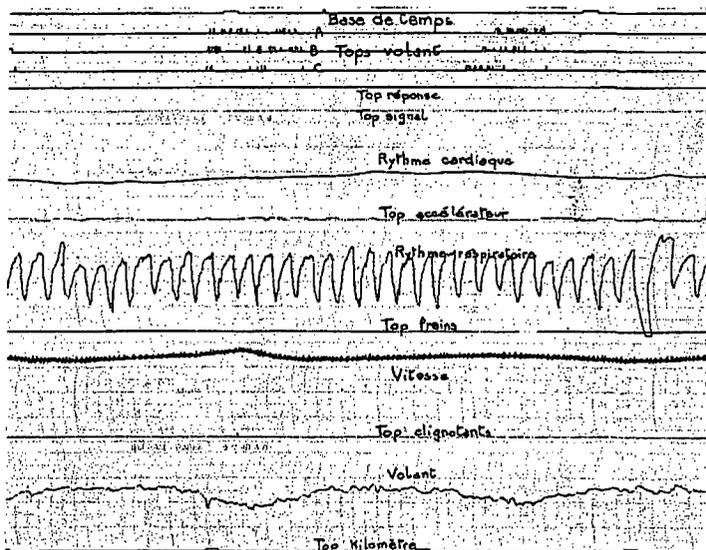


Figure 1 - Fragment d'enregistrement réalisé pendant la conduite.

Consigne donnée aux sujets.

Après les explications concernant le mode de circulation et les règles de sécurité à observer sur le circuit de vitesse, la consigne suivante était donnée aux sujets : « Vous allez conduire en respectant le plus possible la vitesse régulière de 100 km/h, jusqu'à ce qu'on vienne vous faire signe d'arrêter. Jusque là évitez tout arrêt. Conduisez normalement sans vous occuper des appareils. Votre seule tâche, à part la conduite consistera à manœuvrer ce levier lorsque le moteur que vous entendez tourner s'arrêtera. »

III. - RÉSULTATS

A. - Variables relevées pendant la conduite.

1° Fréquence cardiaque.

a) Calculée sur 10 sujets la fréquence cardiaque au cours de trois heures de conduite, baisse chez 7 d'entre eux, est stable ou en légère hausse chez les 3 autres. On a noté les valeurs des accroissements au-dessus du

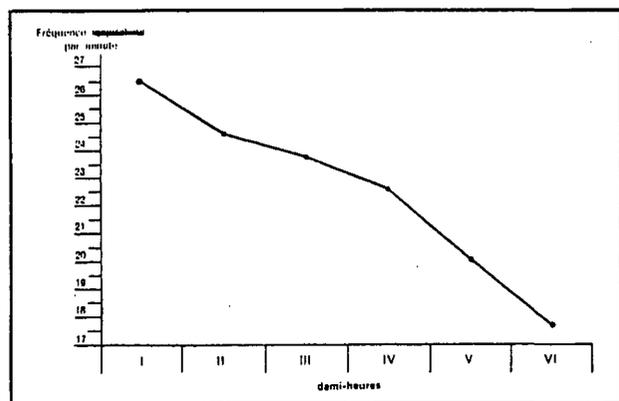


Figure 2 - Valeur moyenne des accroissements de fréquence cardiaque au-dessus du pouls de repos.

pouls de repos. On a choisi la valeur du pouls de repos la plus basse observée chez chaque sujet.

Les moyennes calculées par 1/2 heure et représentées sur la figure 2, indiquent une décroissance assez régulière.

La différence entre la 1^{re} et la 6^e 1/2 heure est significative au seuil de $P = .02$ ($t = 3,07$).

b) Si l'on considère les valeurs des accroissements aux différents stades de l'expérience (tableau 1) un certain nombre de remarques s'imposent :

Tableau I - Valeur moyenne des accroissements de fréquence cardiaque au-dessus du pouls de repos à divers stades de l'expérience.

assis en voiture	parcours aller	première demi-heure	sixième demi-heure	parcours retour	assis en voiture
14,40	23,50	26,50	17,66	20,40	13,20

— Le coût de la posture assise se situerait vers 10 pulsations minutes, ce qui correspond aux valeurs généralement admises (9 environ).

— Le passage de l'immobilité à l'activité (mise en route du véhicule) se traduit par une rapide et forte accélération cardiaque de l'ordre de 15 à 100% selon les sujets. Elle est en partie cause des valeurs trouvées lors du trajet laboratoire-circuit (durée 3 minutes). La variation est très significative ($t = 47$).

— Le trajet de retour est marqué d'une certaine accélération mais moins forte ($t = 2,01$, significatif à $P = .10$), qui correspond seulement, probablement, à l'accroissement d'activité du sujet. Ceci renforce l'idée que l'accroissement rencontré lors du départ correspond au phénomène généralement rencontré lors du début d'une tâche ou d'un effort.

2° Fréquence respiratoire.

Calculées sur 8 sujets, les moyennes par demi-heure indiquent une nette décroissance pendant une heure et demie suivie d'une légère remontée non significative. Les valeurs comparées de la 1^{re} et de la 6^e demi-heure indiquent une baisse significative au seuil de $P = .001$ ($t = 5,56$) voir figure 3.

3° Mouvements du volant.

Seuls, ont été relevés les mouvements du volant effectués dans les lignes droites. Il s'agit de mouvements de faible amplitude de part et d'autre de la position médiane. On a noté 3 catégories d'amplitudes caractérisées par un déplacement du volant,

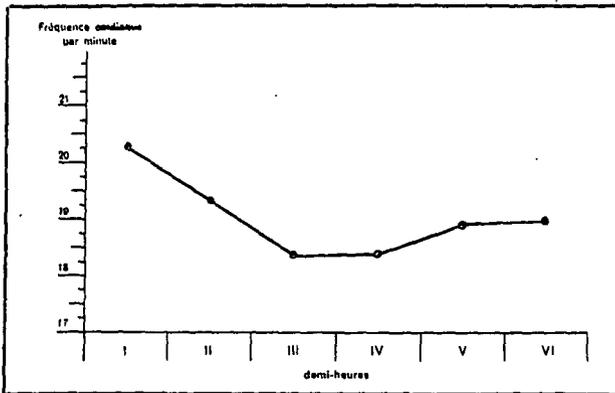


Figure 3 - Valeur moyenne de la fréquence respiratoire.

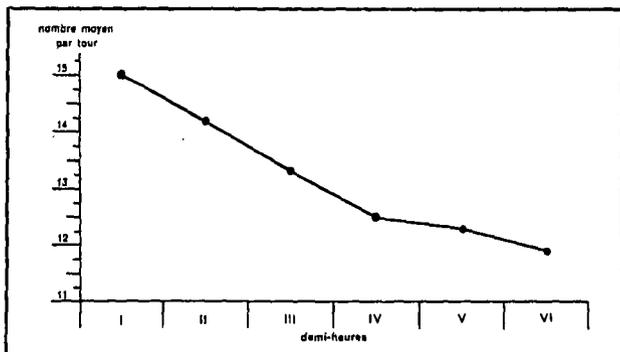


Figure 4 - Évolution du nombre de braquages redressements

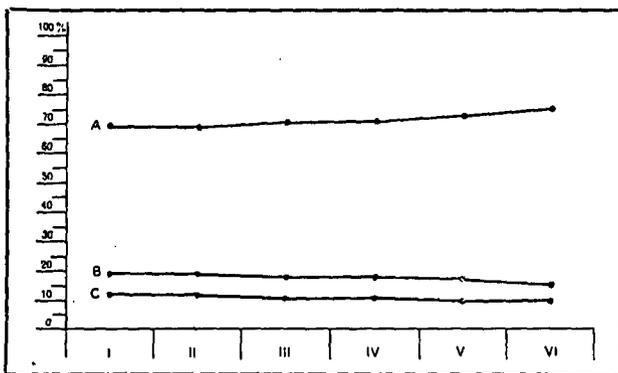


Figure 5 - Répartition des braquages redressements par amplitude.

A : petite amplitude. B : moyenne. C : grande.

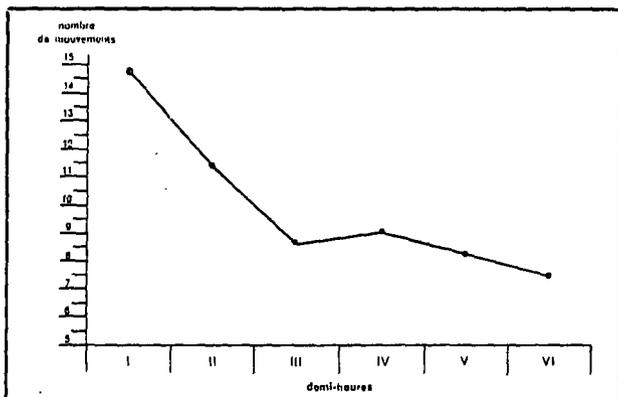


Figure 6 - Mouvements de l'accélérateur.

mesuré à la périphérie, égal respectivement à : 6 mn, 12 mm et 18 mm. En déplacement angulaire ces valeurs correspondent 1°38', 3°16', 4°54'.

On a compté pour chaque tour de circuit le nombre moyen de coups de volant donnés en ligne droite (demi-somme des deux lignes droites). Ces valeurs indiquent en moyenne (figure 4) une décroissance dans le temps du nombre des braquages-redressements. La différence entre la 1^o et la 6^o demi-heure est significative au seuil de $P = .01$ ($t = 4,52$). Les calculs portent sur 9 sujets.

Un relevé en fonction des diverses amplitudes de ces mouvements montre un accroissement du nombre des plus petits mouvements (A) et une diminution du nombre des plus grands (C) (figure 5). Les différences sont très significatives ($t_a = 6$; $t_c = 4$).

4° Vitesse du véhicule.

Les moyennes calculées sur 9 sujets montrent une tendance à décroître qui n'atteint pas la signification ($t = 0,73$).

5° Mouvements de l'accélérateur.

L'enregistrement n'a porté que sur trois sujets et ne figure qu'à titre indicatif. La courbe moyenne (figure 6) indique une très nette décroissance du nombre des mouvements de cette pédale.

Il semble possible de supposer qu'une décroissance eût existé également avec un plus grand nombre de sujets.

6° Usage des indicateurs de direction.

Cet enregistrement, en l'absence d'un contrôle indépendant du nombre de véhicules effectivement dépassés, n'a d'autre valeur que de donner une indication approximative de la circulation rencontrée au cours des trois heures de conduite. Le tableau 2 indique qu'après une heure de conduite le nombre des dépassements aurait beaucoup décru pour devenir très faible en dernière demi-heure.

Les valeurs indiquées sont les moyennes calculées sur 10 sujets.

Tableau 2 - Évaluation du nombre de dépassements effectués.

demi-heures	1	2	3	4	5	6
nombre de dépassements	29	31	25	16	10	5

7° Détection de signaux auditifs.

La tâche consistait pour le sujet à détecter un arrêt de 4 secondes d'un moteur électrique produisant un bruit continu de fréquence légèrement supérieure à celle du moteur du véhicule.

Il se produisait 9 arrêts par heure aux intervalles suivants : 9 - 3 - 5 - 15 - 7 - 1 - 11 - 3 - 7 (temps en minutes).

Le pourcentage de détection calculé par heure, sur 10 sujets, est en moyenne très élevé : 86,2%. La variation au cours des trois heures (tableau 3) n'est pas significative.

Tableau 3 - Répartition des taux moyens de détection des signaux (en pourcentage).

première heure	deuxième heure	troisième heure
83,6	86,4	88,8

B. - Variables relevées avant et après la conduite.

1° Fréquence de fusion du scintillement.

Les moyennes des seuils de fusion s'établissent à 36,41 Hz avant la conduite et 35,03 Hz après. La chute constatée n'est pas statistiquement significative : $t = 1,72$, $P > .10$.

2° Pression artérielle.

La pression systolique baisse en moyenne de 4 mm de Hg du début à la fin de l'épreuve. Cette différence est significative au seuil de $P = .02$ ($t = 2,78$).

3° Pouls de repos.

Ceux-ci tendent à baisser mais sans atteindre cependant le seuil de signification ($t = 1,79$). Toutefois il ne serait pas étonnant que le pouls de repos soit plus bas après l'épreuve.

IV. - DISCUSSION

Nous pouvons considérer 3 catégories de résultats :

- 1° Les variations des paramètres relevés en continu pendant la conduite.
- 2° L'épreuve de détection de signaux.
- 3° Les paramètres relevés avant et après l'épreuve.

1. - Les paramètres relevés en continu pendant la conduite.

A. - Paramètres physiologiques.

Les fréquences cardiaque et respiratoire sont le plus souvent utilisées comme méthode d'investigation au cours d'épreuves d'effort en physiologie sportive et en physiologie du travail.

Ces variables, cependant, peuvent aussi mettre en évidence les variations du tonus nerveux végétatif de l'organisme. C'est sous cet aspect qu'elles sont considérées dans cette étude car elles nous donnent de façon très sensible des renseignements sur des variations physiologiques globales d'un sujet au cours du temps.

Le fait essentiel est une décroissance de ces 2 variables. Ce résultat est actuellement retrouvé par de nombreux chercheurs au cours d'épreuves où l'activité motrice est modérée.

Cette constatation implique que l'on ne peut dans ces situations utiliser la fréquence cardiaque comme on le fait dans les cas où un effort musculaire important est en jeu et où le ralentissement du rythme cardiaque correspond à une réduction de la charge de travail.

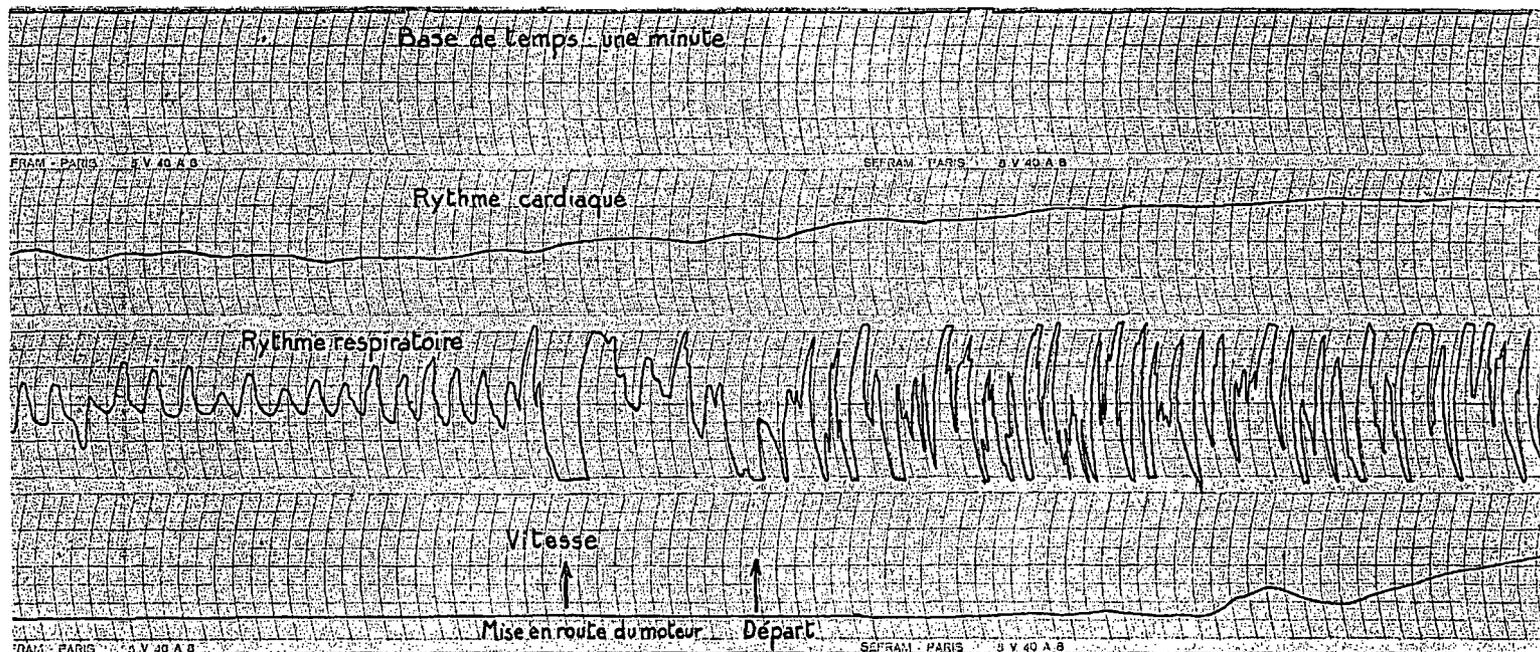


Figure 7 - Accroissements des fréquences cardiaque et respiratoire au moment de la mise en route du véhicule.

L'interprétation des courbes que nous proposons devra plutôt faire appel aux concepts d'excitation et d'inhibition.

On peut remarquer que la courbe ne possède pas de plateau. Il n'apparaît pas « d'état stable » au cours des 3 heures de conduite, l'état psychophysiologique du sujet ne cessant d'évoluer.

Cette notion est confirmée par le fait que sauf en 1^{re} demi-heure l'indice de dispersion ne suit pas la variation de la moyenne et tend à croître.

La valeur importante des accroissements constatés est imputable en partie à la moyenne d'âge de notre échantillon. Sans doute serait-il intéressant de connaître l'évolution ultérieure de cette courbe puisqu'elle ne se stabilise pas.

La fréquence respiratoire se présente comme une mesure moins sensible mais si on pouvait tenir compte de l'amplitude du spirogramme tout au long de l'épreuve, ce dernier paramètre fournirait des renseignements complémentaires de valeur.

On peut observer en effet, au moment du départ en coïncidence avec une accélération cardiaque importante un fort accroissement de l'amplitude respiratoire (figure 7).

Il s'agit là d'une réaction émotionnelle forte et brève.

B. - Paramètre de comportement.

a) Braquages redressements.

La diminution du nombre de braquages redressements peut être considérée comme un ajustement progressif à la tâche se produisant simultanément avec une baisse d'activité du conducteur, l'un ou l'autre de ces facteurs étant prédominant au cours du temps. Bien qu'on ne puisse les dissocier dans nos mesures, il est probable que le premier est prépondérant en début d'épreuve alors que le second n'influencerait visiblement la courbe qu'après un certain temps.

On ne peut cependant pas affirmer que la courbe obtenue ne soit pas le reflet d'un apprentissage.

Cette diminution d'activité musculaire n'est pas responsable de la baisse des fréquences cardiaque et respiratoire car les amplitudes de mouvements sont minimales et n'exigent qu'une dépense énergétique négligeable sans rapport avec les accroissements constatés.

Le détail de la répartition relative des diverses amplitudes relevées pourrait être interprété comme la preuve d'un meilleur ajustement à la tâche.

Mais, en pratique, nous ne pouvons déduire de ces résultats un mode optimal d'utilisation du volant pour maintenir une trajectoire rectiligne.

b) Mouvements de l'accélérateur.

La diminution du nombre des mouvements de l'accélérateur ne permet pas de tirer de conclusions certaines puisque cette mesure ne porte que sur trois sujets.

c) Variation de la vitesse.

La tendance de la vitesse à décroître au cours de l'épreuve paraît négligeable étant donné les diverses influences qui peuvent affecter ce paramètre : la vitesse du vent en particulier.

Par ailleurs, il ne semble pas que la surveillance du tachymètre soit en cause : nous avons pu constater chez un conducteur, privé de cet indicateur pendant 45 minutes, une parfaite conservation de la vitesse imposée. Une interview systématique des sujets confirme d'ailleurs l'utilisation prépondérante des indications fournies par le bruit du moteur pour maintenir une vitesse stable.

Enfin l'évolution de tous ces paramètres n'est pas explicable par la diminution du nombre de véhicules dépassés.

En effet, à 100 km/h et dans ces conditions particulières, le dépassement ne présente aucune difficulté et ne nécessite pratiquement pas d'action. Par ailleurs, au niveau individuel, il n'est jamais apparu de liaisons entre une des variables relevées et le nombre des dépassements effectués.

2. - L'épreuve de détection de signaux.

Il s'agit là d'une tâche artificielle, introduite dans une situation réelle de travail.

Son but était de vérifier la possibilité de transposer une épreuve de vigilance de type classique dans une situation active hors des conditions de laboratoire.

Deux caractéristiques expérimentales ont été conservées : la rareté des signaux et leur caractère aléatoire. La détermination de l'intensité du signal a été faite empiriquement et la vérification n'a été fournie que par les résultats expérimentaux. Ils montrent que 50% des sujets ont un taux de détection de 100% dans la première heure, le reste des sujets étant uniformément réparti entre 0 et 88% de détection.

Toutefois une caractéristique essentielle des situations de vigilance classiques se trouve profondément modifiée.

Dans celles-ci, en effet, les signaux à détecter représentent l'essentiel des stimulations reçues par le sujet. Du fait de leur rareté ils ne modifient pas la monotonie de la situation.

Dans nos conditions expérimentales, cet effet de monotonie se situe dans le cadre d'une tâche active, la détection des signaux devenant un aspect secondaire à la tâche principale.

C'est peut-être cette différence de situation qui explique que nous n'ayons pas retrouvé la dégradation de la vigilance constatée habituellement en Laboratoire. Cette hypothèse concorderait avec les résultats obtenus par Dobbins et Coll. (1962) dans des conditions de conduite prolongée.

3. - Les paramètres relevés avant et après l'épreuve.

— La fréquence cardiaque de repos sert de référence aux mesures effectuées pendant la conduite. On note

qu'elle est plus basse après la conduite ce qui est assez souvent retrouvé.

Ce fait indique probablement l'existence d'une certaine tension qui cède après l'épreuve.

— La baisse significative de la *pression artérielle systolique* coïncide avec la diminution de la fréquence cardiaque.

Cette légère chute tensionnelle indique une diminution du tonus vasopresseur sympathique.

— La tendance à la baisse du *seuil de fréquence de fusion du scintillement* pourrait s'interpréter classiquement comme un signe de fatigue des centres nerveux et du récepteur sensoriel. Cependant, des travaux récents considèrent les valeurs élevées comme le témoignage d'un état d'excitation du système nerveux central, les valeurs basses reflétant un état d'inhibition.

Il semble que cette théorie explicative doive être retenue dans notre cas.

Dans l'ensemble, l'étude de ces paramètres renforce les résultats précédents. Cependant leur seule utilisation serait insuffisante pour apprécier un travail dont les effets sur l'organisme sont transitoires ou rapidement réversibles.

Les renseignements fournis par les paramètres relevés pendant la tâche sont beaucoup plus complets et révélateurs des variations de l'état psycho physiologique du sujet.

V. - CONCLUSION

Nous avons étudié quelques variables comportementales et physiologiques suffisamment sensibles

pour nous fournir des informations sur onze sujets placés en situation de conduite monotone, sur circuit fermé pendant trois heures consécutives.

1° La technique d'enregistrement sur véhicule a fourni des résultats satisfaisants. Elle démontre la possibilité de s'affranchir de la présence d'un observateur.

2° Les résultats généraux font apparaître une décroissance significative des paramètres du début à la fin de l'épreuve et montrent l'absence d'un état stable de l'organisme au cours de la tâche.

3° Les variations psychophysiologiques de l'organisme soumis à un travail continu avec faible participation motrice doivent être décrites en terme de niveau d'excitation.

A partir des valeurs obtenues dans cette première expérimentation, il devient possible d'établir des comparaisons valables avec des résultats provenant de situations de conduite plus complexes.

Avant d'entreprendre de telles études il est nécessaire de préciser l'influence exercée sur l'évolution des courbes par un effet d'apprentissage éventuel et par l'état d'excitation initial dû au caractère expérimental de la tâche.

Une seconde série expérimentale a été réalisée dans ce but. Au cours de celle-ci, les sujets subissaient deux fois l'épreuve de conduite, les conditions expérimentales restant identiques par ailleurs. Cette série, non entièrement dépouillée encore, confirme les résultats présentés et exclut l'action d'un apprentissage, de même que le rôle important d'une excitation due à la non-familiarité avec la situation. Ces travaux feront l'objet d'une publication ultérieure.

SUMMARY

The first experimental results obtained with a specially equipped vehicle are described. This research deals with the effect of three hours of continuous driving on the driver's behaviour. In order to test our method and obtain useful data for interpreting further researches on open roads, we chose a "simple" situation, that is without all variations happening in real life situations.

Various parameters have been recorded :

- heart rate and respiration rate,
- steering-wheel and gas pedal movements,
- speed, kilometers, and times,
- responses to an auditory detection task,
- arterial pressure and flicker fusion frequency before and after driving.

Measures recorded during driving show a decrease with times. This is interpreted in terms of central level of excitation.

APPENDICE

Répartitions par sujet et par demi-heure de diverses statistiques.

Mouvements du volant.

Répartition des indices de dispersion : σ .

Demi-heures	I	II	III	IV	V	VI
	3,31	4,06	3,08	3,35	3,31	3,10
	4,26	3,30	3,08	3,39	3,68	3,93
	2,98	3,43	2,62	3,28	2,85	2,47
	2,69	3,01	2,25	3,02	3,14	2,60
	3,27	3,97	3,85	3,84	5,23	4,55
	3,30	3,71	3,58	3,03	4,24	3,11
	3,41	3,49	3,09	3,12	3,70	3,28
	3,14	3,88	3,48	4,27	4,81	4,28
	3,09	2,72	2,81	2,52	3,08	2,39
Moyenne.....	3,27	3,50	3,09	3,31	3,78	3,30

Mouvements du volant. Répartition des moyennes.

Demi-heures	I	II	III	IV	V	VI
	18,08	16,02	13	11,67	10,87	10,15
	16,53	13,13	14,13	13,57	13,89	15,24
	10,67	10,32	11,48	10,53	10,05	8,69
	11,95	10,86	11,25	10,98	10,47	8,64
	14,97	13,55	12,50	11,78	11,64	11,65
	14,33	15,13	13,64	12,85	12,70	12,28
	18,50	16,84	16,23	15,63	16,06	15,57
	19,28	21,21	18,18	16,33	16,20	14,82
	11	10,60	9,47	9,07	8,56	9,95
Moyenne.....	15,03	14,18	13,32	12,49	12,27	11,88

Mouvements du volant. Répartition des diverses amplitudes exprimées en % du nombre total.

Demi-heures	I			II			III			IV			V			VI		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
	58	22	20	64	20	16	66	21	13	69	19	12	70	17	13	70	14	16
	66	18	16	63	23	14	70	18	12	70	16	14	69	18	13	73	15	12
	68	18	14	67	16	17	69	14	17	66	15	19	67	16	17	72	13	15
	77	14	9	74	18	8	76	15	9	76	15	9	75	17	8	79	15	6
	70	21	9	73	17	10	76	17	7	74	17	9	72	18	10	75	16	9
	65	18	17	70	14	16	69	15	16	70	17	13	73	18	9	77	12	11
	67	26	7	70	23	7	68	24	8	71	23	6	76	18	6	73	20	7
	70	22	8	64	25	11	68	21	11	69	24	7	72	20	8	79	17	4
	75	15	10	75	15	10	78	14	8	76	17	7	80	12	8	79	14	7
Moyenne.....	69	19	12	69	19	12	71	18	11	71	18	11	73	17	10	75	15	10

Fréquence critique de fusion du scintillement.

Répartition des moyennes.

	Avant	Après
	38,67	37,33
	35	35,67
	35	34
	38,33	39
	36,33	33,16
	35,83	33,16
	36,33	30,33
	33,33	38
	36,67	34,33
	38,33	36,33
	36,67	34
Moyenne.....	36,41	35,03

Fréquence cardiaque.

Répartition des indices de dispersion : σ .

Demi-heures	I	II	III	IV	V	VI
	5,22	3,83	5,84	4,47	4,29	3,17
	1,71	3,74	3,80	3,64	3,44	4,50
	2,39	1,94	3,13	2,78	2,88	2,65
	4,37	2,05	3,38	4,76	4,44	—
	5,59	3,44	3,05	2,49	3,42	3,60
	4,05	4,08	3,11	3,42	4,77	5,74
	3,26	3,88	3,36	2,60	3,63	3,24
	5,24	3,02	1,97	2,19	2,31	3,93
	5,55	2,59	2,06	2,76	2,57	2,68
	3,37	3,72	3,36	2,55	4,47	6,50
Moyenne.....	4,07	3,23	3,30	3,07	3,65	4

Fréquence cardiaque.
Répartition des moyennes en position assise et allongée.

	Avant		Après	
	Allongé	Assis	Assis	Allongé
	76	98	85	66
	65	71	93	68
	74	72	70	70
	56	65	80	65
	70	79	88	64
	85	100	77	76
	72	81	84	72
	100	96	99	85
	72	77	70	62
	60	65	77	64
	80	96	92	75
Moyenne.....	74	82	82	70

Pression artérielle.
Répartition des pressions diastolique et systolique.

	Avant		Après	
	Systo- lique	Diasto- lique	Systo- lique	Diasto- lique
	105	60	90	65
	130	80	130	70
	120	70	115	75
	145	85	140	75
	110	70	115	80
	115	65	115	65
	125	80	105	80
	115	65	115	65
	135	70	115	70
	115	85	110	80
	140	80	125	70
Moyenne.....	123	74	116	72

Fréquence cardiaque. Répartition des moyennes en valeur absolue.

Demi-heures	I	II	III	IV	V	VI
	112,3	114,2	107,8	100,7	91,9	85,83
	88,6	92,5	96,06	94,6	91,76	92,26
	77,6	77,43	75,96	77,03	76,36	79,1
	69,53	74,63	79,66	81,7	77,08	—
	106,2	100,06	100,53	99,33	96,83	96,13
	107,86	99,1	98,96	97,26	93,13	89,9
	87,06	83,5	81,43	82,66	83,36	80,62
	111,63	105,5	104,33	103,76	102,4	101,17
	78,66	78,73	75	73,1	72,9	73,2
	115,5	116,23	111,4	109,73	104,9	103,94
Moyenne.....	95,49	94,18	93,11	91,98	89,06	89,12

RÉFÉRENCES

BROWN (I.D.), POULTON (E.C.)

Measuring the spare "mental capacity" of car drivers by a subsidiary task.
Ergonomics, 1961, IV, 1, 35-40.

CLEVELAND (D.E.) et FRANKLIN (W.C.)

Rural intersection and driver tension response.
Texas Transportation Institute, 1961.

COHEN (J.), DEARNALEY (E.J.) et HANSEL (C.E.M.)

The risk taken in driving under the influence of alcohol.
British Medical Journal, 1958, I, 1438, 42.

CRAWFORD (A.)

The Overtaking driver.
Ergonomics, 1963, VI, 153-170.

DOBBINS (D.A.), TIEDEMAN (J.G.) and SKORDAHL (D.M.)

Field study of vigilance under Highway Driving conditions.
Highway Research Board. Bulletin 330, 1962.

DREW (G.C.), COLQUHOUN (W.P.) et LONG (H.A.)

Effect of small doses of alcohol on a skill resembling driving.
British Medical Journal, 1958 (5103), 993, 9.

FORBES (T.W.), KATZ (M.S.), CULLEN (S.W.) et DETERLINE (W.A.)

Sleep deprivation effects on components of driving Behavior.
Communication personnelle, 1960.

GREENSHIELDS (B.D.)

Investigating traffic, highway events, in relation to drivers actions.
Traffic Quarterly, 1961, XV, 664-676.

GREENSHIELDS (B.D.)

Le comportement des conducteurs et les accidents.
Congrès International de la Sécurité Routière, 1962.
Salzbourg O.T.A., Londres.

HOFFMANN (H.)

Experimentelle Kreislaufuntersuchungen bei gesunden Kraftfahrzeugführern unter variierten Fahrbedingungen.
Munchener Medizinische Wochenschrift, 1961, XVIII, 2335, 38, 2385, 89.

HULBERT (S.F.)

Drivers G.S.R. in traffic.
Perceptual and motor skills, 1957, VII, 305, 315.

JONES (B.F.), KLINN (R.H.) et HAMMOND (E.C.)

Fatigue and hours of service of interstate truck drivers.
Public Health Bulletin n° 285, G.P.O., 1941.

KONDO (T.)

Studies on physical and mental reactions of motor drivers to the change of traffic conditions.
Journal of science of labour, 1961, XXXVII, 195-210.

LAHY (B.)

Les conducteurs de Poids Lourds.
Travail Humain, 1937, V, 35-54.

LAUER (A.R.) et SUHR (V.W.)

The effect of a rest pause on driving efficiency.
Perceptual and motor skills, 1959, IX, 363-371.

LAUER (A.R.), SUHR (V.W.), ALLGAIER (E.)

Development of a criterion for driving performance.
Highway Research board bulletin, 1958, 172, 1-8.

LEWIS (R.E.F.)

The objective measurement of driving behaviour.
British Journal of Industrial Medicine, 1956, XIII, 131.

McFARLAND et MOSELEY

Human Factors in highway transport safety.
Harvard School of Public Health, 1954, 116, 123, 230-251.

MICHAELS (R.M.)

Driver Tension Responses generated on urban streets.
Public Roads, 1960, XXXI, 53-71.

PREUSCHEN (G.)

Die Kreislaufbelastung beim Führen von Kaafffahrzeugen.
Adac Motorwelt, Juli 1962, 591-592.

REY (P.) REY (J.P.)

Les effets comparés de deux éclairages fluorescents sur une tache visuelle et des tests de "fatigue".
Ergonomics 1963, VI, 4, 393-401.

RYAN (A.H.), WARNER (M.)

The effect of Automobile driving on the reactions of the drivers.
American Journal of Psychology, 1936, 48, 403-421.

TARRANTS (W.E.)

A Study of the relationship between driving records, field driving performance, and laboratory performance of professional driver.
Traffic Safety Research Review, 1960, IV, 22-27.

